

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-186437

(43)Date of publication of application : 16.07.1996

(51)Int.Cl.

H01Q 21/28

G01S 7/03

H01Q 13/08

H01Q 21/06

(21)Application number : 06-337479

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.12.1994

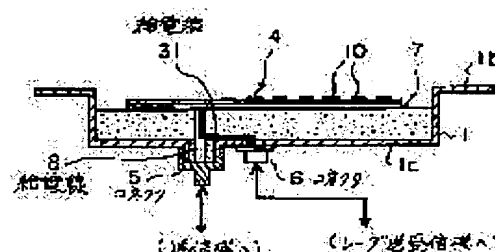
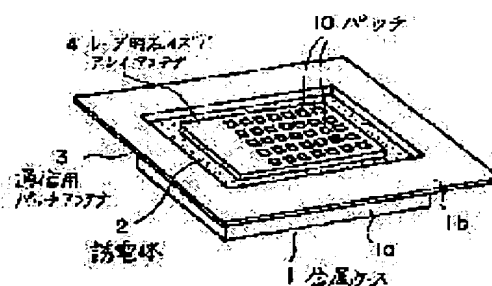
(72)Inventor : YAMAZAKI TSUGIO

## (54) TWO-FREQUENCY SHARED ANTENNA

(57)Abstract:

PURPOSE: To set the coverage of communication and rader over the entire peripheral direction of an aircraft and further to make the antenna thin in structure and small in size.

CONSTITUTION: A patch antenna 3 for low frequency is constituted of a metal case 1 and a patch 7 arranged on the metal case 1 by a feeder line 8 provided on this metal case. Besides, a phased array antenna 4 is constituted on this patch 7 by integrating a planar array antenna constituted of a patch 10, plural transmission/reception modules, distributor/synthesizer and controller. The antenna can be made thin in structure and small in size, besides wide directivity can be obtained by the patch antenna 3 for low frequency, and directivity in any prescribed direction can be obtained by the phased array antenna 4 for high frequency. When this antenna is applied to the aircraft, the coverage of communication and rader can be set over the entire periphery direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.12.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2630286

[Date of registration] 18.04.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-186437

(43) 公開日 平成8年(1996)7月16日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 Q 21/28				
G 0 1 S 7/03	D			
H 0 1 Q 13/08				
21/06				

審査請求 有 請求項の数5 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-337479

(22) 出願日 平成6年(1994)12月28日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 山▲崎▼ 次雄

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

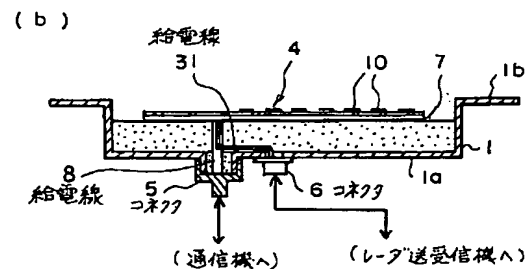
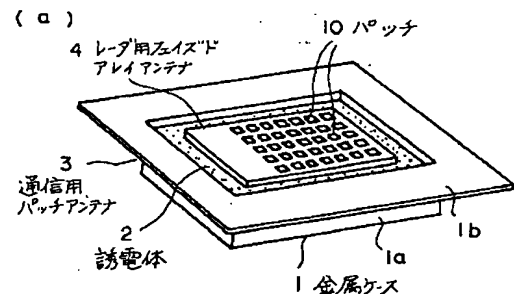
(74) 代理人 弁理士 鈴木 章夫

(54) 【発明の名称】 2周波共用アンテナ

(57) 【要約】

【目的】 航空機の全周方向に通信及びレーダの有効範囲を設定でき、しかも薄型でかつ小型に構成された2周波共用アンテナを得る。

【構成】 低周波用パッチアンテナ3を、金属ケース1と、これに設けた給電線8により金属ケース1上に配設されるパッチ7とで構成する。また、このパッチの上には、パッチ10で構成される平面アレイアンテナ、複数の送受信モジュール、分配合成器、制御器とを一体に組み込んで高周波用フェイズドアレイアンテナ4を構成する。薄型でかつ小型に構成できる一方で、低周波用パッチアンテナ3で広い指向性を得ることができ、高周波用フェイズドアレイアンテナ4で所定方向に対する指向性を得ることができ、航空機に適用したときには、全周方向に通信及びレーダの有効範囲を設定することが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 地導体板と、この地導体板の所定位置に設けた給電線により前記地導体板上に配設されるパッチアンテナとで構成される低周波用パッチアンテナと、前記パッチの上に搭載された高周波用フェーズドアレイアンテナとを備え、前記高周波用フェーズドアレイアンテナは複数のパッチを誘電体平面上に配置して得られる平面アレイアンテナと、前記平面アレイアンテナに接続される高周波の増幅及び位相調整手段を有する複数の送受信モジュールと、前記送受信モジュールに高周波信号を分配すると共に前記送受信モジュールからの高周波信号を合成する分配合成器と、前記送受信モジュールに制御信号及び電力を供給すると共に前記送受信モジュールからのモニタ信号を受信する制御器とを一体に構成したことを特徴とする2周波共用アンテナ。

【請求項2】 平面アレイアンテナの下側にマイクロストリップ回路で構成された分配合成器を配置し、この分配合成器の下側に制御器を配置し、この制御器の下側に複数の送受信モジュールを配置し、前記平面アンテナのパッチ、分配合成器、制御器はそれぞれ下側に存在する分配合成器、制御器に設けたスルーホールを挿通してコネクタにより送受信モジュールに接続されてなる請求項1の2周波共用アンテナ。

【請求項3】 分配合成器は、複数の送受信モジュールに接続される第1の分配合成器と、複数の第1の分配合成器に接続される第2の分配合成器とを備え、制御器は、複数の送受信モジュールに接続される第1の制御器と、複数の第1の制御器に接続される第2の制御器とを備え、前記第1の分配合成器と第1の制御器は平面アレイアンテナの下側に密接状態に支持され、かつその下側に送受信モジュールが配設されてなる請求項2の2周波共用アンテナ。

【請求項4】 低周波用パッチアンテナの給電線は中空構造とされて地導体板の裏面においてコネクタに接続され、高周波用フェーズドアレイアンテナの分配合成器に接続される同軸ケーブルと、制御器に接続される制御電源ケーブルとで構成される高周波用フェーズドアレイアンテナの給電線は、前記低周波用アンテナの給電線の内部を挿通され、地導体板の裏面に設けたコネクタに接続される請求項1の2周波共用アンテナ。

【請求項5】 低周波用パッチアンテナの地導体板は、その一部に浅皿状の凹部が設けられ、この凹部の周辺にフランジが形成され、そのパッチアンテナはこの凹部内に配置されてなる請求項1または4の2周波共用アンテナ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は2周波共用アンテナに関し、特に周波数が互いに充分離れたフェーズドアレイアンテナとパッチアンテナを一体化して薄型化、小型化を

実現した通信・レーダ共用アンテナに用いて好適な2周波共用アンテナに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に航空機搭載の電子機器として通信装置とレーダ装置が備えられるため、これらの通信用アンテナとレーダ用アンテナを航空機の機体に装備する必要がある。通信用アンテナは、レーダ用アンテナに比較して低周波数でかつ広帯域が必要とされ、レーダ用アンテナは逆に高周波数で狭帯域が必要とされるため、従来ではそれぞれ別のアンテナを機体に装備している。このため、航空機に占めるこれらアンテナのスペースが無視できないものとなる。

【0003】 このため、これら通信用とレーダ用の各アンテナを一体化することが考えられる。例えば、特開平2-214306号公報、特開平4-40003号公報、特開平4-35208号公報には、異なる周波数範囲のアンテナ素子を一体に形成することで、2周波の共用アンテナとして構成したものが提案されている。これらのものは誘電体基板を利用しており、その裏面側に地導体を形成し、表面側にマイクロストリップ形の素子やパッチ素子を形成してアンテナ素子を構成したものを基本としており、異なるアンテナ素子を垂直方向に重ねて配置することで2周波に対応したアンテナとして構成したものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、これら従来のアンテナは、いわゆるアンテナ素子のみを構成したのに過ぎないため、その一部で例えばフェーズドアレイアンテナ素子を構成する場合には、このアンテナ素子とは別に給電信号の分配合成器や送受信モジュールを装備してアンテナ素子に接続する必要がある。このため、前記したように、通信用とレーダ用のアンテナを従来技術を利用して一体化した場合でも、レーダ用としてのフェーズドアレイアンテナに対して分配合成器や送受信モジュールを接続しなければならず、アンテナの薄型化、小型の障害となり、しかもその接続構造が通信用アンテナの特性に影響を与えることがある。また、逆に、通信用アンテナに接続する給電線がフェーズドアレイアンテナの指向性に影響を与えることがある。

【0005】 また、仮に前記した従来の技術を利用して通信用とレーダ用の2周波アンテナを構成したとしても、通信用及びレーダ用とも航空機の全周方向に対して限られた角度範囲しか有効なものしか得られず、通信においては機体の姿勢により通信品質の劣化や中断が生じ、レーダにおいては航空機の前方あるいは前後方のみ覆域とせざるを得ないものとなる。このため、従来では前記したように特性が相反する通信用アンテナとレーダ用アンテナを一体化することは困難とされており、未だに有効なアンテナが提案されていないのが実情である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】航空機搭載の電子機器として、通信用アンテナとレーダ用アンテナは別々に実装されており、多機能化と同時に小型化あるいは薄型化の需要の障害となっている。また、レーダ用、通信用とも現状では航空機の全周方向に対して限られた角度範囲しか有効でなく、通信用においては機体の姿勢により通信品質の劣化や中断が生じ、レーダ用においては航空機の前方向あるいは前後方のみ覆域としている例が多い。

【0007】

【発明の目的】本発明の目的は、航空機の全周方向に通信及びレーダの有効範囲を設定でき、しかも薄型でかつ小型の2周波共用アンテナを提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の2周波共用アンテナは、地導体板と、この地導体板の所定位置に設けた給電線により前記地導体板上に配設されるパッチとで構成される低周波用パッチアンテナと、このパッチの上に搭載された高周波用フェーズドアレイアンテナとを備えた構成とされており、この高周波用フェーズドアレイアンテナは複数のパッチを誘電体平面上に配置して得られる平面アレイアンテナと、この平面アレイアンテナに接続される高周波の増幅及び位相調整手段を有する複数の送受信モジュールと、これらの送受信モジュールに高周波信号を分配すると共に前記送受信モジュールからの高周波信号を合成する分配合成器と、前記送受信モジュールに制御信号及び電力を供給すると共に前記送受信モジュールからのモニタ信号を受信する制御器とを一体に構成したことを特徴とする。

【0009】ここで、平面アレイアンテナの下側にマイクロストリップ回路で構成された分配合成器を配置し、この分配合成器の下側に制御器を配置し、この制御器の下側に複数の送受信モジュールを配置し、前記平面アンテナのパッチ、分配合成器、制御器はそれぞれ下側に存在する分配合成器、制御器に設けたスルーホールを挿通してコネクタにより送受信モジュールに接続される構成が採用される。

【0010】また、分配合成器は、複数の送受信モジュールに接続される第1の分配合成器と、複数の第1の分配合成器に接続される第2の分配合成器とを備え、制御器は、複数の送受信モジュールに接続される第1の制御器と、複数の第1の制御器に接続される第2の制御器とを備え、前記第1の分配合成器と第1の制御器は平面アレイアンテナの下側に密接状態で支持され、かつその下側に送受信モジュールが配設される構成が採用される。

【0011】一方、低周波用パッチアンテナの給電線は中空構造とされて地導体板の裏面においてコネクタに接続され、高周波用フェーズドアレイアンテナの分配合成器に接続される同軸ケーブルと、制御器に接続される制御電源ケーブルとで構成される高周波用フェーズドアレイアンテナの給電線は、前記低周波用アンテナの給電線

の内部を挿通され、地導体板の裏面に設けたコネクタに接続される。

【0012】また、低周波用パッチアンテナの地導体板は、その一部に浅皿状の凹部が設けられ、この凹部の周辺にフランジが形成され、パッチはこの凹部内に配置されてなることが好ましい。

【0013】

【作用】低周波用パッチアンテナと高周波用フェーズドアレイアンテナを一体化することで、低周波用パッチアンテナで広い指向性を得ることができ、高周波用フェーズドアレイアンテナで所定方向に対する指向性を得ることができ、航空機に適用したときには、全周方向に通信及びレーダの有効範囲を設定することが可能となる。

【0014】また、低周波用パッチアンテナのパッチ上に高周波用フェーズドアレイアンテナが構成されており、かつこの高周波用フェーズドアレイアンテナは、平面アレイアンテナと共に分配合成器、制御器、送受信モジュールが一体に組み込まれることで、各アンテナの給電線の複雑化を回避し、アンテナ全体の薄型化を図るとともに、小型化が実現できる。

【0015】

【実施例】次に、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1(a)、(b)は本発明の一実施例を示しており、(a)は斜視図、(b)は断面図である。同図において、金属ケース1は平面形状が矩形をした浅皿状の凹部1aを有しており、かつその周辺部にフランジ1bを有している。この金属ケース1の凹部1a内には誘電体2を充填し、この誘電体2の上面に低周波用、例えばUHF帯の通信用パッチアンテナ3と、高周波用、例えばマイクロ波またはミリ波帯のレーダ用フェーズドアレイアンテナ4が構成されている。そして、これらの通信用とレーダ用の各アンテナ3、4は、前記金属ケース1の凹部1aの底面に設けたコネクタ5、6によりそれぞれ通信機、レーダ送受信機に接続され、給電が行われるように構成される。

【0016】図2は図1の要部を拡大した断面図、図3は要部を部分的に切り欠いた斜視図である。前記通信用パッチアンテナ3は、前記金属ケース1上の誘電体2の上面に延設される導体板からなるパッチ7を備えている。そして、このパッチ7の一部には中空構造をした給電線8が下方に向けて突出形成され、この給電線8が前記金属ケース1の底面に設けたコネクタ5の中心電極として接続される。なお、このコネクタ5の外部電極は金属ケース1に接続される。

【0017】また、前記レーダ用フェーズドアレイアンテナ4は、薄い誘電体板9の上面に複数個のレーダ用パッチ10を配列し、かつ下面に地導体11を設けた平面アレイアンテナとして構成される。そして、前記通信用パッチ7の上側と前記平面アレイアンテナの下側との間には所要の空隙が画成されており、この空隙内に第1及

び第2の分配合成器12、13と、第1及び第2の制御器14、15と、複数の送受信モジュール16が内装されている。

【0018】前記第1の分配合成器12は、送受信モジュール16に対して高周波信号の分配と合成を行い、第2の分配合成器13は前記第1の分配合成器12に対して高周波信号の分配と合成を行うものである。また、前記第1及び第2の制御器14、15は、送受信モジュール16に対する制御信号及び電源の分配、並びに送受信モジュール16からのモニタ信号を収集するように回路パターンが形成されたものである。

【0019】前記第1及び第2の分配合成器12、13は、図2に第1の分配合成器12の断面構造を示すように、誘電体板17の内部に形成したマイクロストリップ回路18とその上下面にそれぞれ形成された地導体11、19で構成されるトリプレート構造とされる。このマイクロストリップ回路18は、図3に示すように、直線状の伝送線20に対して直列に複数の方向性結合器21を配列したものである。各方向性結合器21の一端はスルーホール24を通してコネクタ26に接続され、他端は抵抗器22及び $\lambda/4$ ショートスタブ( $\lambda$ は波長を示す)23から成る終端器25に接続されている。

【0020】そして、前記第1の分配合成器12の下側には第1の制御器14が設けられ、更にその下側には前記方向性結合器21にそれぞれ対応する位置に前記複数の送受信モジュール16が配列される。そして、各々の送受信モジュール16に対しては、前記方向性結合器21の一端がコネクタ26により接続され、前記レーダ用フェイズドアレイアンテナの各パッチ10がコネクタ27により接続され、更に前記第1の制御器14がコネクタ28により接続されている。

【0021】また、前記第1の分配合成器12は第2の分配合成器13に接続され、この第2の分配合成器13の下側に設けられた第2の制御器15は前記第1の制御器14に接続される。そして、これら第2の分配合成器15に接続された同軸ケーブル29と、第2の制御器15に接続された制御電源ケーブル30とからなる給電線31は前記通信用パッチアンテナ3の中空の給電線8の内部を挿通され、その途中から外部に引き出された上で、前記金属ケース1の底面に設けたコネクタ6に接続されている。

【0022】なお、前記した通信用パッチアンテナ3とレーダ用フェイズドアレイアンテナ4の概念構成を図4に示す。レーダ用フェイズドアレイアンテナ4においては、複数のパッチ10はそれぞれ送受信モジュール16に接続され、かつ個々の送受信モジュール16は第1の分配合成器12及び第1の制御器14に接続されている。これらのアレイが複数並んでおり、第2の分配合成器13及び第2の制御器15により信号がまとめられ、コネクタ6を介してレーダ送受信機とマイクロ波または

ミリ波の高周波信号の授受、並びに制御信号、電源及びモニタ信号の授受を行っている。一方、通信用パッチアンテナ3は給電線8及びコネクタ5を介して通信機に接続されている。

【0023】図5は本発明に適用される送受信モジュールの系統を示すブロック図である。送信側には、可変減衰器41、スイッチ42、電力増幅器43が設けられ、受信側には低雑音増幅器44とスイッチ45が設けられ、これらの送信側と受信側をスイッチ46、48で切り替えるように構成される。そして、スイッチ46は第1の分配合成器12の入出力端子に接続され、スイッチ47は各パッチ10に接続される。また、スイッチ42、45間には移相器48が介挿される。

【0024】この構成では、送信時には、各スイッチ42、45、46、47は図示の状態であり、第1の分配合成器12から励振信号が入力され、励振信号はスイッチ46、45を通り、移相器48で送信用の所定の位相量に位相調整されスイッチ42を通過して電力増幅器43で送信信号レベルに増幅されスイッチ47から各パッチ10、即ち平面アレイアンテナ4に出力される。

【0025】一方、受信時には、前記各スイッチ42、45、46、47は切替えられ、平面アレイアンテナ10から入力された受信信号はスイッチ47を通過して低雑音増幅器44で増幅され、スイッチ45を通過して移相器48で受信用の所定の位相量に調整され、スイッチ42を通過して可変減衰器41で所定の振幅に調整されてスイッチ46から第1の分配合成器12に伝送される。

【0026】以上の構成の通信・レーダ共用アンテナのビーム形成概念を図6に示す。通信用パッチアンテナ3によるビームはアンテナが1素子のため通信用ビーム51に示すようにビーム幅の広いビームになる。また、レーダ用フェイズドアレイアンテナ4によるビームはレーダ用ビーム52に示すようにビーム幅の狭いペンシルビームとなる。そして、送受信モジュール16内の移相器48における移相量の調整により電子的にビーム走査を行うことができる。

【0027】ここで、通信用パッチアンテナは、図7(a)、(b)にその基本構成の平面図と断面図を示すように、金属ケース1を地導体板とし、これに給電線8を介してパッチ7を接続した、Flush Mountタイプのマイクロストリップアンテナとして構成されたもので、その広帯域化が実現されている。このアンテナの特性例は(「Flush Mountタイプの広帯域マイクロストリップアンテナ」電子情報通信学会 秋季全国大会 B-52, 1989年)で紹介されており、放射指向性について、金属ケース1のフランジ1bの高さとパッチ7との高さの差(ギャップ)をパッチの高さ程度にとれば、利得の低下が少ないことが確認されている。

【0028】したがって、前記通信・レーダ共用アンテナに保護用レドームを付設したアンテナ50として構成した上で、これを同図に示すようにプラットホーム外筐53の面にあわせて装着することにより、薄型の通信用アンテナ単体とほぼ同じハードウェア規模で通信・レーダ共用アンテナを装備することができる。

【0029】そして、この構成では、通信・レーダ共用アンテナ内に、レーダ用フェイズドアレイアンテナを構成する送受信モジュール、分配合成器等を内装し、かつ所定の給電接続が行われているため、レーダ送受信機とは別に送受信モジュールや分配合成器を接続する必要がなく、小型かつ薄型に構成できる。また、送受信モジュールや分配合成器をレーダ送受信機に内蔵した場合のように、多数本の給電線をアンテナに接続する必要がなく、配設工程が削減できる。

【0030】また、通信用とレーダ用の各アンテナに接続される各給電線は、アンテナ内部では相互に影響を及ぼすことがないため、金属ケースの底面に設けたコネクタに対してそれぞれの給電線を接続した場合でも、アンテナ相互間で干渉等による影響が生じることはなく、良好な特性が確保できる。

【0031】なお、以上の説明では金属ケース、通信用パッチアンテナ、レーダ用フェイズドアレイアンテナを平面構成としているが、例えば航空機胴体の曲率に合わせて曲面に形成したアンテナとしてもよい。また、通信用パッチアンテナとレーダ用フェイズドアレイアンテナの周波数帯は前記した帯域に限定されるものでないことは勿論である。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、低周波用アンテナと、そのパッチの上に搭載された高周波用フェイズドアレイアンテナとを備えているので、低周波用パッチアンテナで広い指向性を得ることができ、高周波用フェイズドアレイアンテナで所定方向に対する指向性を得ることができ、航空機に適用したときには、全周方向に通信及びレーダの有効範囲を設定することが可能となる。

【0033】また、低周波用パッチアンテナのパッチ上に高周波用フェイズドアレイアンテナの平面アレイアンテナ、分配合成器、制御器、送受信モジュールが一体に組み込まれることで、各アンテナの給電線の複雑化を回避し、アンテナ全体の薄型化を図るとともに、小型化が実現できる。

【0034】したがって、本発明によれば、航空機などのプラットホームの各部にレーダと通信との両方の機能を持った薄型のアンテナを取り付け易くなり、全周方向にレーダ及び通信の有効範囲をとることが容易となる効果がある。また、アンテナの数を増やす必要の無い場合でも複合化によりプラットホームのペイロードを軽減で

きる効果がある。

【0035】ここで、平面アレイアンテナの下側に分配合成器と制御器を配置し、かつ制御器の下側に複数の送受信モジュールを配置した上で、前記平面アレイアンテナのパッチ、分配合成器、制御器はそれぞれ下側に存在する分配合成器、制御器に設けたスルーホールを挿通してコネクタにより送受信モジュールに接続することで、その薄型化を図り、かつ一体化が可能とされる。

【0036】一方、低周波用アンテナの給電線は中空構造とされて地導体板の裏面においてコネクタに接続され、高周波用フェイズドアレイアンテナの給電線は、低周波用アンテナの給電線の内部を挿通され、地導体板の裏面に設けたコネクタに接続されるため、各アンテナの給電線が干渉することを回避し、相互の特性に影響を及ぼすことが防止される。

【0037】また、低周波用アンテナの地導体板は、その一部に浅皿状の凹部が設けられ、この凹部の周辺にフランジが形成され、パッチはこの凹部内に配置されることで、その指向性をより広いものに設定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の通信・レーダ共用アンテナの一実施例の斜視図とその断面図である。

【図2】図1の要部の断面図である。

【図3】図1の要部を階層毎に破断した斜視図である。

【図4】レーダ用アンテナの配線接続構造を示す模式図である。

【図5】送受信モジュールの内部構成を示すブロック図である。

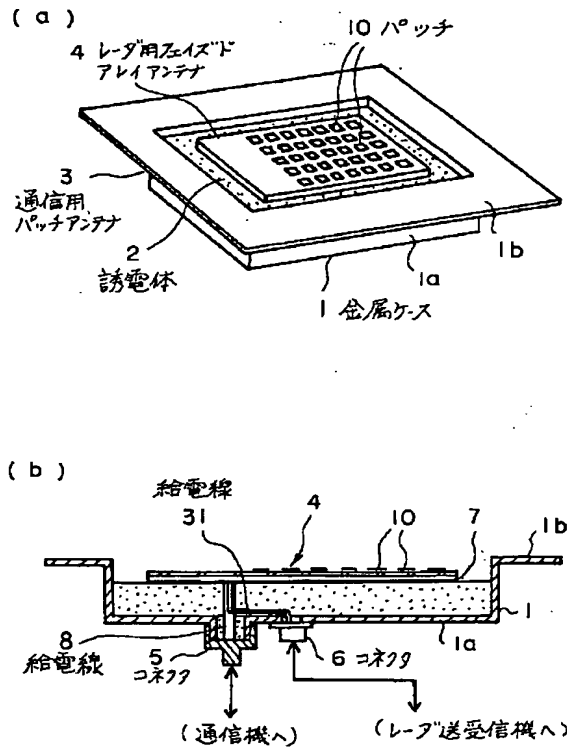
【図6】ビーム形成概念を示す図である。

【図7】通信用パッチアンテナの基本構成を示す平面図と断面図である。

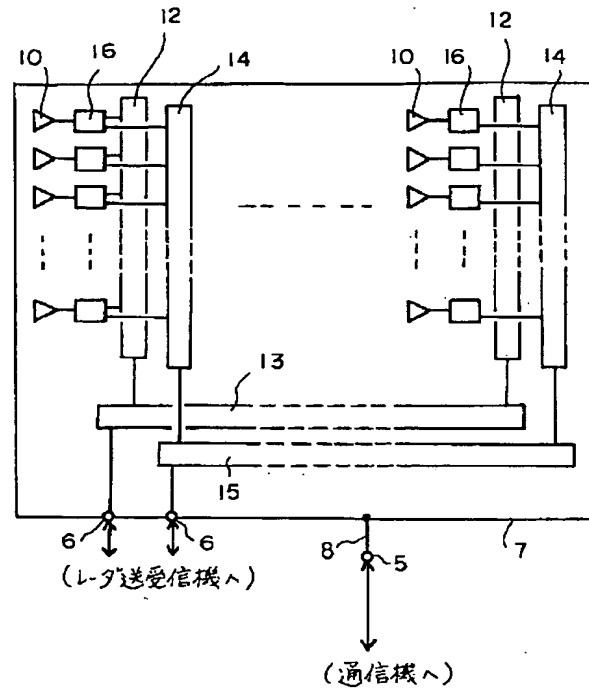
【符号の説明】

- 1 金属ケース
- 2 誘電体
- 3 低周波用パッチアンテナ
- 4 高周波用フェイズドアレイアンテナ
- 5, 6 コネクタ
- 7 パッチ
- 8 給電線
- 10 パッチ
- 12 第1の分配合成器
- 13 第2の分配合成器
- 14 第1の制御器
- 15 第2の制御器
- 16 送受信モジュール
- 18 マイクロストリップ回路
- 21 方向性結合器
- 26, 27, 28 コネクタ

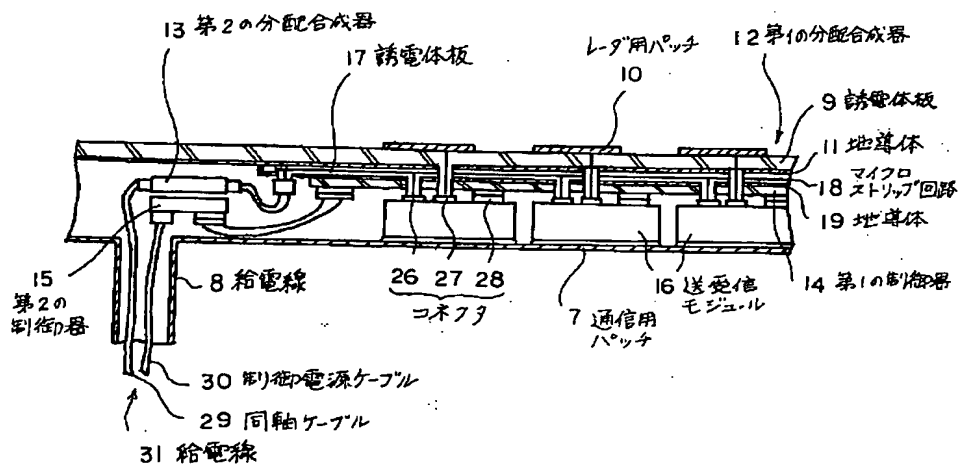
【図1】



【図4】

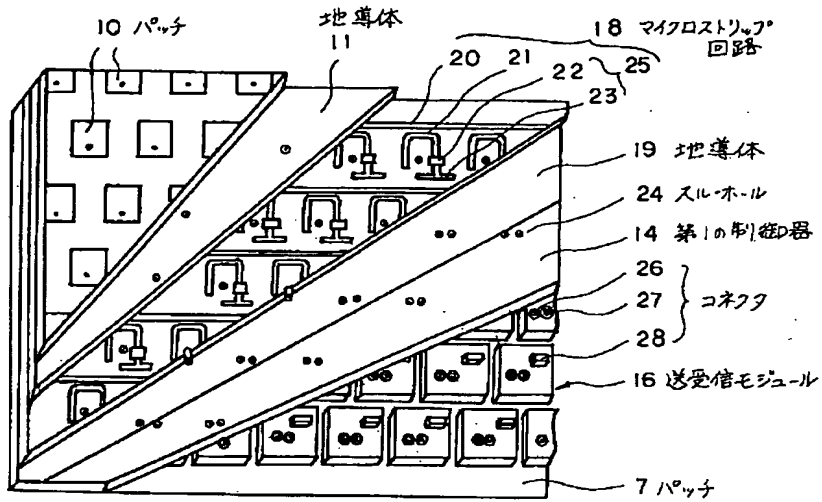


【図2】

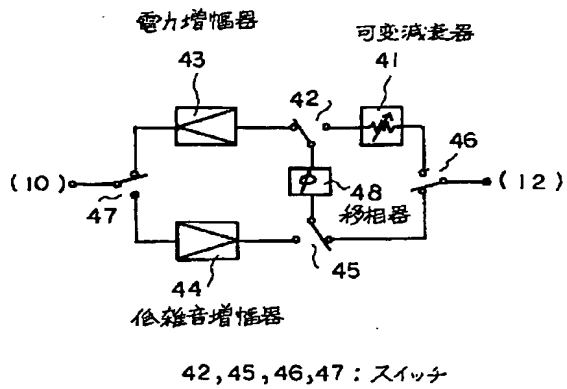




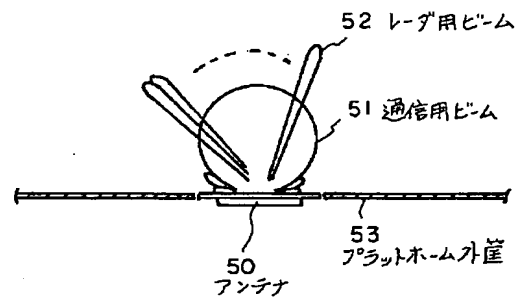
【図3】



【図5】

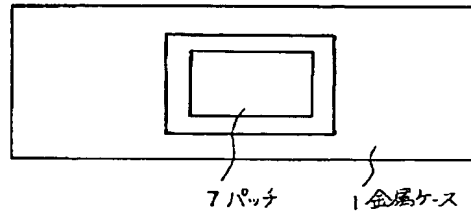


【図6】

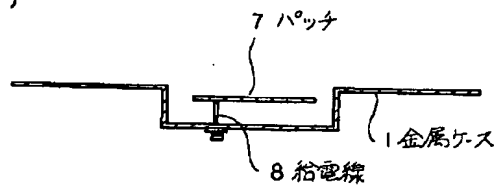


【図 7】

( a )



( b )



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**